

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-016205

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

G05B 13/02

G05B 23/02

(21)Application number : 07-160279

(71)Applicant : NOK CORP

(22)Date of filing : 27.06.1995

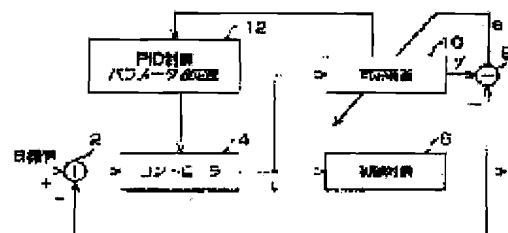
(72)Inventor : KUBOTA YASUHIRO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR DESIGNING CONTROL MODEL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method and device which can determine control parameters of a controller by identifying a model to be controlled even in the absence of a mathematical model.

**CONSTITUTION:** This control model designing device is provided with an identification device 10 which identifies a process model for a controlled system 6, a PID control parameter setting part 12 which sets PID control parameters for the controller 4 according to the identification result. The identification device 10 represents the idle time of a transfer function and a denominator as a polynomial and a numerator as a polynomial, and determine the idle time of the transfer function, the degrees of the polynomial, and the coefficients of the polynomials so that they match a manipulated variable (u) and an output (y) as the input and output of the controlled system 6 without an arithmetic model. A PID control parameter setting part 12 determines the PID control parameters according to the identification result and sets them to the controller 4.



特願 2002-192815 2/3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-16205

(43) 公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 13/02		0360-3H	G 0 5 B 13/02	D
23/02	3 0 2	0360-3H	23/02	3 0 2 Y

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-160279

(22) 出願日 平成7年(1995)6月27日

(71) 出願人 000004385

エヌオーケー株式会社

東京都港区芝大門1丁目12番15号

(72) 発明者 久保田 靖博

茨城県つくば市和台25番地 エヌオーケー株式会社内

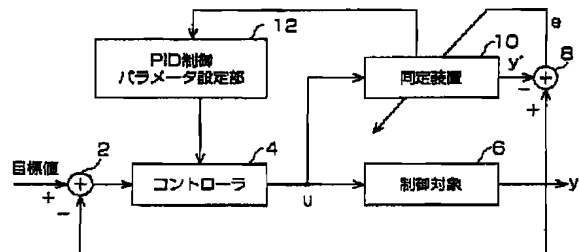
(74) 代理人 弁理士 佐藤 隆久

(54) 【発明の名称】 制御モデル設計方法とその装置

(57) 【要約】

【目的】 数学モデルがない場合でも、制御対象のモデルを同定し、コントローラの制御パラメータを決定できる方法と装置を提供する。

【構成】 制御モデル設計装置は、制御対象6のプロセスモデルを同定する同定装置10と、同定結果に基づいてコントローラ4にPID制御パラメータを設定するPID制御パラメータ設定部12とを有する。同定装置10は数学モデルなしに、制御対象6の伝達関数をむだ時間と分母を多項式、分子も多項式とおき、制御対象6の入出力としてのこれら操作量uと出力yに一致するような、伝達関数のむだ時間、多項式の次数、多項式の係数を決定する。PID制御パラメータ設定部12は同定して結果に基づいて、PID制御パラメータを決定し、コントローラ4に設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】制御対象の伝達関数をむだ時間を含み、分母を第1の $m$ 次の多項式、分子を第2の $n$ 次の多項式で規定し、むだ時間、第1の次数（ $m$ ）、第2の次数（ $n$ ）、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を同定し、前記制御対象の伝達関数を同定する方法であって、  
むだ時間、第1の次数、第2の次数を順次、徐々に変化させ、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力を用いてそのときの第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を算出し、  
これら算出した係数の評価関数が最小になる、むだ時間、第1の次数、第2の次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を抽出し、  
前記伝達関数のパラメータを同定する制御モデル設計方法。

【請求項2】前記第1の多項式の係数および第2の多項式の係数の算出は、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力との最小2乗法による誤差が最小になるものを算出する、請求項1記載の制御モデル設計方法。

【請求項3】前記同定された伝達関数のむだ時間、第1の次数、第2の次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を用いて、前記制御対象に操作量を印加するコントローラの制御パラメータを決定する、請求項1または2記載の制御モデル設計方法。

【請求項4】コントローラ、該コントローラによって制御される制御対象を有する制御系の制御モデルを設計する装置であって、  
前記制御対象への操作量および前記制御対象の出力を入力し、前記制御対象の伝達関数をむだ時間を含み、分母を第1の $m$ 次の多項式、分子を第2の $n$ 次の多項式で規定し、この伝達関数を有する制御対象のむだ時間、第1の次数（ $m$ ）、第1の次数（ $n$ ）を順次、徐々に変化させて前記制御対象への操作量および前記制御対象の出力を用いてそのときの第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を算出し、これら算出した係数の評価関数が最小になる、むだ時間、第1の次数、第2の次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を抽出して、前記伝達関数のパラメータを同定する同定装置と、  
該同定装置で同定した結果を用いて前記コントローラの制御パラメータを決定して、前記コントローラに設定する制御パラメータ設定部とを有する制御モデル設計装置。

【請求項5】前記同定装置は、前記第1の多項式の係数、第2の多項式の係数の算出は、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力との最小2乗法による誤差が最小になるものを算出する、請求項4記載の制御モデル設計装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は制御モデル設計方法とその装置に関するものであり、特に、本発明は数学モデルを必要とせず、制御モデルを設計可能な方法と装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】制御モデルを設計する方法は種々提案されている。たとえば、特開平5-113803号公報は、最適レギュレータを設計するための装置を開示している。この最適レギュレータ設計装置は、数式モデル入力手段、非干渉化指数計算手段、時間応答指定手段、非干渉化手段および最適ゲイン計算手段を有しており、予め数式（数学）モデルが判っている場合にその最適制御ゲインを決定する装置である。

【0003】また、特開平5-100711号公報は、制御対象を同定する装置を開示している。この制御対象の同定装置は、制御対象とそれを制御するためのコントローラが設けられて負帰還ループを構成している制御システムにおいて、コントローラの出力を遅延する操作量遅延手段と、コントローラの出力と制御対象の結果を用いて無駄時間を測定する無駄時間測定手段と、操作量遅延手段の遅延結果および制御対象の結果を用いて制御対象を同定する同定手段と、同定手段の同定結果と無駄時間測定結果からコントローラのPID制御パラメータを設定するPID制御パラメータ設定部とを有している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】特開平5-113803号公報に開示された最適レギュレータ設計装置は、予め数式（数学）モデルが判っていることが前提である。しかしながら、現実的には、数学モデルを求めることは相当手間がかかり、しかも、正確に数学モデルを求めることは困難な場合が多い。したがって、特開平5-113803号公報に開示された最適レギュレータ設計装置は数学モデルが正確に判っている制御対象への適用に限られる。

【0005】特開平5-100711号公報に開示されている制御対象の同定装置においては、無駄時間を測定する手段が必要であり、この無駄時間の正確な測定も容易ではない。しかも、伝達関数の次数が既知である必要がある。しかしながら、多くの場合、制御対象の実体は正確には判らないから伝達関数の次数は必ずしも、既知ではない。

【0006】したがって、本発明の目的は、数学モデルが得られていない場合でも、数学モデルを同定可能にすることにある。また本発明の目的は、プロセスに含まれる無駄時間、伝達関数の次数、伝達関数のパラメータなどを算出することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、むだ時間を含み、分母を第1の $m$ 次の多項式、分子を第2の $n$

次の多項式で表される伝達関数を有する制御対象のむだ時間、第1のプロセス次数 $m$ 、第1のプロセス次数 $n$ 、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を同定する方法であって、むだ時間、第1のプロセス次数、第2のプロセス次数を順次、徐々に変化させて、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力を用いてそのときの第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を算出し、これら算出した係数の評価関数が最小になる、むだ時間、第1のプロセス次数、第2のプロセス次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を抽出して、前記伝達関数のパラメータを同定する制御モデル設計方法が提供される。特定的には、前記第1の多項式の係数、第2の多項式の係数の算出は、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力との最小2乗法による誤差が最小になるものを算出する。

【0008】好適には、前記同定されたむだ時間、第1のプロセス次数、第2のプロセス次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を用いて、前記制御対象に操作量を印加するコンピュータの制御パラメータを決定する。

【0009】また本発明によれば、コントローラ、該コントローラによって制御される制御対象を有する制御系の制御モデルを設計する装置であって、前記制御対象への操作量および前記制御対象の出力を入力し、前記制御対象の伝達関数をむだ時間を有し、分母を第1の $m$ 次の多項式、分子を第2の $n$ 次の多項式で表される伝達関数を有する制御対象のむだ時間、第1のプロセス次数 $m$ 、第1のプロセス次数 $n$ 、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数で表しておき、むだ時間、第1のプロセス次数、第2のプロセス次数を順次、徐々に変化させて前記制御対象への操作量および前記制御対象の出力を用いてそのときの第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を算出し、これら算出した係数の評価関数が最小になる、むだ時間、第1のプロセス次数、第2のプロセス次数、第1の多項式の係数、第2の多項式の係数を抽出して、前記伝達関数のパラメータを同定する同定装置と、該同定装置で同定した結果を用いて前記コントローラの制御パラメータを決定して、前記コントローラに設定する制

御パラメータ設定部とを有する制御モデル設計装置が提供される。特定的には、前記同定装置は、前記第1の多項式の係数、第2の多項式の係数の算出は、制御対象への入力としての操作量および制御対象の出力との最小2乗法による誤差が最小になるものを算出する。

【0010】

【作用】数学モデルを用いずに、1入力1出力制御対象について、その制御対象の入出力、つまり、制御対象への操作量と制御対象の出力からその制御対象の伝達関数を同定し、コントローラの制御パラメータを決定する。

【0011】

【実施例】本発明の制御モデル設計装置の実施例について述べる。図1に示した制御系は、目標値が印加される加算器2、コントローラ4、制御対象6、制御対象6の結果が加算器2に印加されて加算器2で目標値に対する偏差が求められてコントローラ4に印加され、コントローラ4が偏差がなくなるように制御を行う負帰還制御ループ構成をしている。図1に示した制御モデル設計装置は、加算器8、同定装置10、および、PID制御パラメータ設定部12を有している。この実施例においては、コントローラ4がPID制御を行うPID調節器であり、制御対象6はPID制御される。

【0012】コントローラ4の操作量 $u$ が制御対象6に印加されるとともに、同定装置10に印加される。同定装置10は加算器8において制御対象6の出力 $y$ から同定装置10の同定出力 $y'$ を減じた同定偏差量 $e$ と、操作量 $u$ とを用いて、制御対象6を同定する。つまり、同定装置10は、

$$e = y - y'$$

が最小になるように、制御対象6を同定する。PID制御パラメータ設定部12はこのようにして同定装置10で同定された結果に基づいて得られる、PID制御パラメータを決定し、コントローラ4に設定する。

【0013】以下、同定装置10の詳細について述べる。デジタル制御を想定して、制御対象6の離散時間表示の一般的な伝達関数 $G(z)$ を下記式1に示す。

【0014】

【数1】

$$G(z) = z^{-d} \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_m z^{-m}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_n z^{-n}} = z^{-d} \frac{\sum_{i=0}^m b_i z^{-i}}{1 + \sum_{j=1}^n a_j z^{-j}}$$

但し、 $z$ は時間進み要素であり、

・・・ (1)

$d$ はむだ時間であり、

$a_j$ は第2多項式の係数であり、

$n$ は第2多項式の次数であり、

$b_i$ は第1多項式の係数であり、

$m$ は第1多項式の次数である。

【0015】コントローラ4の操作量 $u$ と制御対象6の出力 $y$ との関係は下記式で表される。

$$\begin{aligned} y(k) &= G(z) u(k) = z^{-d} \frac{\sum_{i=0}^m b_i z^{-i}}{1 + \sum_{j=1}^n a_j z^{-j}} u(k) \\ &= -\sum_{j=1}^n a_j y(k-j) + \sum_{i=0}^m b_i u(k-d-i) \end{aligned} \quad \dots (2)$$

但し、 $k$ はサンプリング時刻であり、

$u(k)$ はサンプリング時刻 $k$ における操作量であり、

$y(k)$ はサンプリング時刻 $k$ における制御対象の出力である。

【0017】式2より制御対象6の数学モデルをプロセスモデルとして、同定装置10に保持する。この一般的なプロセスモデルを、図2に示す。同定装置10で、図2に示した一般的なプロセスモデルにおけるむだ時間 $d$ 、プロセス次数 $n$ 、 $m$ 、プロセスパラメータ $a_i$ 、 $b_i$ を同定する。

【0018】その同定方法を図3に示す。図3において、 $D$ は実際のむだ時間 $d$ に相当する計算で求めるむだ

※時間を示し、 $N$ および $M$ は実際の次数 $N$ 、 $m$ に相当する計算で求める次数を示し、 $AIC$ は同定したパラメータの一致度を表す情報量規準を示す。すなわち、 $AIC$ は情報量基準 (An Information Criterion) の意味で、統計的モデルの適切さの基準として真の分布との間の情報量を取り、その推定値として導入されたもので

$$AIC = -2 \log_e (\text{最大尤度}) + 2 (\text{パラメータ数}) \quad \dots (3)$$

と定義される。本発明においては、次数 $m$ 、 $n$ およびパラメータの推定を行った際の残差の分散の不偏推定値を

$$AIC = N \log_e \hat{\sigma}_a^2 + 4(m+n) \quad \dots (4)$$

で表される。なお、初期条件として、 $AIC_0 \sim AIC_3$ を0に初期化しておく。

#### ステップ1～4

まず、 $D=0$ 、 $N=0$ 、 $M=0$ について、同定装置10において、パラメータ $A_i$ 、 $B_i$ を算出する。パラメータ $A_i$ 、 $B_i$ はプロセスモデルのパラメータ $a_i$ 、 $b_i$ に相当するパラメータである。このパラメータの算出方法としては、たとえば、以下の例に示すように最小2乗

法などによる。 $D=0$ 、 $N=0$ 、 $M=0$ の場合、(2)式を用いてプロセスモデルの出力 $y'(k)$ は

$$y'(k) = b_0 u(k)$$

で表される。 $k=0$ のとき、制御対象の出力 $y(0)$

と、プロセスモデル $y'(0)$ との誤差

$$e(0) = y(0) - y'(0)$$

を用いて、 $b_0$ を以下の式で更新する。

【数5】

$$b_{0,k+1} = b_{0,k=0} + \beta \frac{\partial}{\partial b_0} \{e(0)\}^2$$

$$= b_{0,k=0} + \beta u(0) e(0) \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 $b_{0,k+1}$ 、 $b_{0,k=0}$ はそれぞれ更新した後と更新する前の $b_0$ の値で、 $b_{0,k=0}$ は任意の初期値である。また $\beta$ は、 $b_0$ の値を繰り返し学習によって収束さ

＊せるための学習定数であり、 $\beta > 0$ である。ここで、学習の終了条件として、しきい値 $\delta$ を設定しておき、  
【数6】

$$|b_{0,k=K} - b_{0,k=0}| < \delta \dots\dots\dots (6)$$

となるまで、 $k$ の値を順次増していき、 $b_0$ を決定する。このようにして、決定されたパラメータについて、 $AIC_0$ を算出する。

※も、 $AIC_1 > AIC_2$ ではないから、ステップ8に移行して、 $AIC_2 = AIC_1$ の置き換え処理を行い、次数 $N$ の更新、 $N=2$ を行い、ステップ3において、再び、 $M=0$ として、ステップ4の処理に移行する。以上の処理を行うことにより、次数 $N$ 、 $M$ が暫定的に決定される。

#### 【0019】ステップ5～6

ステップ5において $AIC_0$ と $AIC_1$ とを比較する。 $AIC_0$ は負であるから、ステップ6の $AIC_1 = AIC_0$ の置き換え処理、および、次数 $M$ の更新を行い、ステップ4の処理に戻る。

#### ステップ4～6

$AIC_0 > AIC_0$ になるまで、上記処理を反復する。これにより、暫定的な次数 $M$ が決定される。

#### 【0020】ステップ3、7、8

$AIC_0 > AIC_0$ になったら、ステップ7の処理に移行する。ステップ7において、 $AIC_1 > AIC_2$ の判定を行う。このときは、 $AIC_1 > AIC_2$ ではないから、ステップ8に移行して、 $AIC_2 = AIC_1$ の置き換え処理を行い、次数 $N$ の更新を行い、ステップ3において、再び、 $M=0$ として、ステップ4の処理に移行する。

#### 20 ステップ2、3、4

更新されたむだ時間 $D$ 、次数 $N=0$ 、 $M=0$ について、上記同様の処理が行われる。つまり、あるむだ時間におけるプロセス次数を徐々に増加させ、そのむだ時間における次数とプロセスパラメータとの一致度から、最適な次数 $N$ 、 $M$ を決定する。さらに、むだ時間を徐々に増加させながら、一致度を比較して、最適なむだ時間を算出する。

#### 【0021】ステップ4～6

この場合は、 $D=0$ 、 $N=1$ 、 $M=0$ について、同定装置10において、パラメータ $A_i$ 、 $B_i$ を算出する。つまり、次数 $N=1$ に更新された状態の $AIC_0$ を算出し、 $AIC_0 > AIC_0$ になるまで、ステップ4～6の処理を繰り返す。

30

#### 【0022】ステップ3、7、8

$D=0$ 、 $N=1$ 、 $M=0$ において、 $AIC_0 > AIC_0$ になったら、ステップ7の処理に移行する。このとき ※

$$a_{i,k=K} = a_{i,k=K-1} + \alpha \frac{\partial}{\partial a} \{e(k)\}^2$$

$$= a_{i,k=K-1} - \alpha y(k-1) e(k) \dots\dots\dots (7)$$

$$b_{j,k=K} = b_{j,k=K-1} + \beta \frac{\partial}{\partial b_j} \{e(k)\}^2$$

$$= b_{j,k=K-1} + \beta u(k-1) e(k) \dots\dots\dots (7')$$

で、それぞれのパラメータを更新して、すべてのパラメータが収束するまで、学習を繰り返し、パラメータを決定する。

【0026】オフラインで同定を行った例を下記に示

【0024】なお、同定装置10は、式1で表した伝達関数において、それぞれ各ループにおいて、仮に設定された、むだ時間 $D$ 、次数 $M$ 、 $N$ について、分子の多項式の係数 $B_i$ 、分母の多項式の係数 $A_i$ を、制御対象6に印加された操作量 $u$ と制御対象6の出力 $y$ との差が最小になるように、たとえば、最小2乗法で、求めていく。

【0025】例えば、以下の式(7)、(7')

【数7】

す。制御対象6の伝達関数を式8に示す。

【0027】

【数8】

$$G(z) = \frac{0 - 0.27 \times 10^{-4} \cdot z^{-1} - 2.80 \times 10^{-4} \cdot z^{-2} - 2.28 \times 10^{-4} \cdot z^{-3} + 2.24 \times 10^{-4} \cdot z^{-4}}{1.0 - 3.97 \cdot z^{-1} + 5.90 \cdot z^{-2} - 3.90 \cdot z^{-3} + 0.967 \cdot z^{-4}}$$

10

... (8)

【0028】式8に示すモデルは、むだ時間  $d = 3$  の4次プロセス、 $n = m = 4$  であり、各プロセスパラメータ  $a_i$ 、 $b_i$  は式8に示すとおりである。式3のステップ応答を図4に示す。このステップ応答を、図1に示したコントローラ4の操作量  $u$ 、および、制御対象6の出力  $y$  と考えて、同定装置10で同定を行った結果、一致度を示す1例であるAIC（情報量規準）の値が小さいものを、表1に示す。

【0029】  
【表1】

D	N \ M	4	5	6
2	4			
	5			
	6			-4089.771333
3	4	-5510.201833 ①		
	5		-9191.648426 ②	
	6		-4049.422788	-9185.679014
4	4			
	5	-9189.777036 ③	-6759.014392	
	6	-4080.792146	-9189.494364	

プロセス固定シミュレーション結果 (1)

各むだ時間次数におけるAIC値

【0030】実際の制御対象6のプロセスモデルは、 $d = 3$ 、 $n = m = 4$ （表1の(1)）であるが、同定の結果AICが最小のものは、 $D = 4$ 、 $N = 5$ 、 $M = 4$ （表1の(2)）である。むだ時間  $D = 3$  で、AICが最小になったのは、 $N = M = 5$ （表1の(3)）である。表1

の(2)と(3)とは実質的に同じ伝達関数を表していることが判る。表1の(1)、(2)、(3)で同定したパラメータ  $A_i$ 、 $B_i$  を表2に示す。

【0031】

【表2】

	D=3 N=4 M=4 ①	D=3 N=5 M=5 ②	D=4 N=5 M=4 ③
A 1	-3.96557e+0	-2.07131e-1	-2.071335e-1
A 2	5.90005e+0	2.91183e+0	2.911835e +0
A 3	-3.89561e+0	5.3998e -1	5.39985e- 1
A 4	9.67085e-1	-1.96848e+0	-1.968475e +0
A 5		7.2753e -1	7.2754e -1
B 0	-1.057685e -10	-8.08535e-12	2.27e - 4
B 1	2.269985e -4	2.27e -4	-5.9166e -5
B 2	-2.297955e -4	-5.91655e-5	-3.961125e -4
B 3	-2.230425e -4	-3.961125e -4	5.61715e-5
B 4	2.23635e -4	5.6171e - 5	1.68602e-4
B 5		1.686025e -4	

プロセス同定シミュレーション結果 (2)

表1①②③のパラメータ収束値

【0032】図5(A)、(B)はパラメータ $A_i$ 、 $B_i$ の収束状態を示し、図5(C)は学習回数と誤差の縮小経過を示す。表2と図5(A)、(B)から、本発明によれば、制御対象6の伝達関数パラメータを正確に同定できることが判る。つまり、数学モデルが与えられていない場合でも、本発明によれば、伝達関数パラメータを同定できる。なお、一致度の評価に用いたAICについては、AICが最小になったモデルが必ずしも正確なモデルを示していない。勿論、以上のように、AICを概略の評価に用いることはでき、最終的な伝達関数パラメータの決定にある程度人間の判断を介在させる場合には、以上述べたAICを用いても実用上は問題ないが、今後、一層の省力化、自動的に伝達関数パラメータの設定を進めていく場合には、AIC自体の改良または、他の評価規準を用いて評価方法を改善する余地はある。

【0033】同定装置10における同定により、制御対象6の伝達関数 $G(z)$ が判ると、PID制御パラメータ設定部12で、コントローラ4のPID制御パラメータを $G^{-1}(z)$ として設定する。PID制御パラメータ設定部12からコントローラ4にPID制御パラメータが設定されたら、制御対象6のオンライン制御のために、加算器8、同定装置10、PID制御パラメータ設定部12からなる制御モデル設計装置は不要となる。しかしながら、オンライン制御中も、加算器8および同定装置10を動作させて、同定した制御対象6の伝達関数の正当さ、PID制御パラメータ設定部12から設定されたPID制御パラメータの妥当性を監視し、同定したモデルと異なる場合は、再度モデルの同定をやり直すことができる。そして、修正したモデルについてPID制御パラメータを算出しなおし、PID制御パラメータ設定部12からコントローラ4に設定しなおすこともできる。

【0034】本発明の制御モデル設計装置の実施に際しては上述したものに限定されない。たとえば、以上の実施例では、コントローラ4はPID制御器を例示し、PID制御パラメータ設定部12を適用した場合について述べたが、PID全てが制御要素を含む必要はなく、たとえば、PI制御、または、PD制御の場合でもよい。また、以上の例示においては、むだ時間が存在する場合を例示したが、むだ時間を殆ど考慮する必要がない場合についても本発明を適用できる。むしろ、むだ時間を含まない制御対象6の制御は容易になる。

#### 【0035】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、数学モデルを使用せず、換言すれば、数学モデルを必要とせず、単に制御対象6への入出力のみから、つまり、操作量 $u$ と出力 $y$ のみから、制御対象6のむだ時間、プロセス次数、パラメータをオフラインで同定することができるから、制御系の設計を簡便に行うことができる。換言すれば、本発明によれば、制御対象の数学モデルを求めるために、動特性解析などの種々の複雑で時間のかかる作業を行う必要がない。また、本発明は数学モデルを作成することが困難な制御対象について、適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の制御モデル設計装置の実施例の構成図である。

【図2】図1に示した制御対象のプロセスモデルを示す図である。

【図3】図1における同定装置の同定処理を示すフローチャートである。

【図4】ステップ応答を示すグラフである。

【図5】図5(A)、(B)はパラメータ $A_i$ 、 $B_i$ の収束状態を示すグラフであり、図5(C)は学習回数と



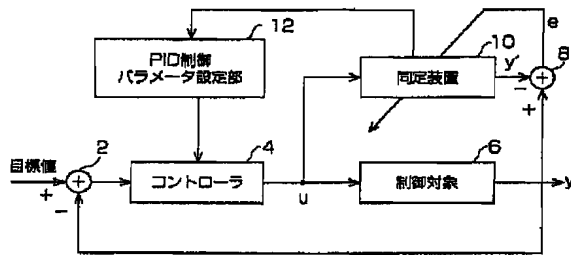
誤差の縮小経過を示すグラフである。

【符号の説明】

2・・・加算器

4・・・コントローラ

【図1】



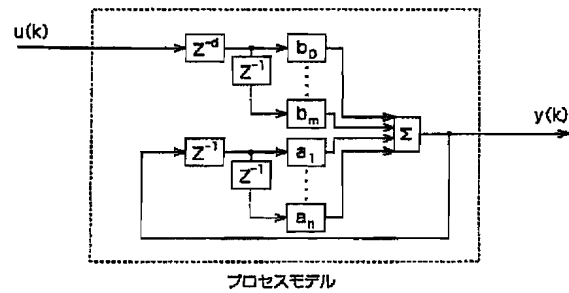
\* 6・・・制御対象

8・・・加算器

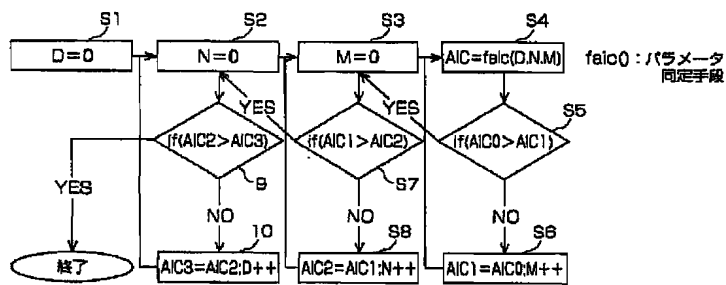
10・・・同定装置

\* 12・・・PID制御パラメータ設定部

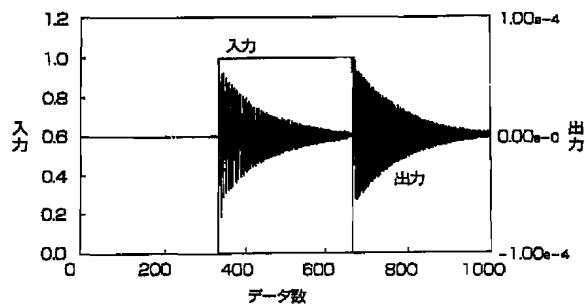
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

